



TITLE:

累層性と自然観(8.自然の累層構造
,学問の系譜-アインシュタインから
湯川・朝永へ-)

AUTHOR(S):

中西, 襄; 田中, 一

CITATION:

中西, 襄 ...[et al]. 累層性と自然観(8.自然の累層構造,学問の系譜-アインシュタインから湯川・朝永へ-). 物性研究 2006, 86(3): 458-472

ISSUE DATE:

2006-06-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/110506>

RIGHT:

[自然の累層構造]

座長: 中西 襄

累層性と自然観

田中 一

1. 論文の要旨⁽¹⁾

どの研究分野にあっても、その時々には研究者の通念ともいえるべきものが覆いかぶさっていて、その通念が時には研究をエンカレッジし、時には研究をディスカレッジする。かつて、N. Bohr が当時見出されている以上の素粒子は存在しないと考える、それがヨーロッパの研究者に強い影響を与えていたが、これはその典型である。このような通念を、以前「個別科学の思想」と呼んだことがある（田中一，1958：673）。自然観は個別科学の思想の一つとして、研究者の個々の研究の土台として時には強い影響を及ぼすことがある。ここでは、自然観の内の二つを取り上げ、それらがわが国の素粒子研究や原子核の理論的研究にどのような影響を与えたかについて、若干考察することにする。

ここで取り上げる自然観は「自然の豊かさ」及び「自然の史的展開」であって、何れも自然あるいは世界の累層性⁽²⁾に基づくものである。ここで、累層性とは通常階層性と呼んでいるものであるが、著者は階層性と呼ばず累層性と呼ぶことにしている。その理由は2. 2節で具体的に述べることにする。まず、累層性とは何かから始めることにしよう。なお、この論文の骨子は1963年の論文「自然の論理」（田中一，1963）に基づいている。以後この論文を引用するときには単に「自然の論理」とのみ記す。

2. 累層性

2. 1 累層性とは

マクロとミクロという語はそれぞれ当の物質系の基本的な特徴を意味している用語である。物質系の基本的な特徴には、非常に基本的なものからそれほど基本的でないものまである。それらは何れも一般に質と呼ばれている。

図1はしばしば目にする累層性の図である。ここには基本的質を備えた存在の並び、すなわち質の系列が示されている。このような構造を累層性、各列をなす層を累層と呼ぶ。各累層に属する存在は基本的な質を共有している。

図1の左の系列を主系列、中央の系列を二次系列、右の系列を三次系列といい、二次系列及び三次系列を併せて側鎖と総称する。これに対応して主系列を主鎖ともいう。主系列と二次系列はそれぞれ無生物及び生物の系列であり、三次系列は知性体としての人と人が作る社会とからなる系列である。

2. 2 累層と階層

階層は元来社会現象に関する用語であって、例えば富める階層・貧しい階層というように用いる。この用い方には注目すべき点がある。それは、富める階層に属する人々は貧しくなく、貧しい階層に属する人々は富んでいることはなく富める階層に属さない。言い換えれば、何人も双方の階層に同時に属していることはないということである。

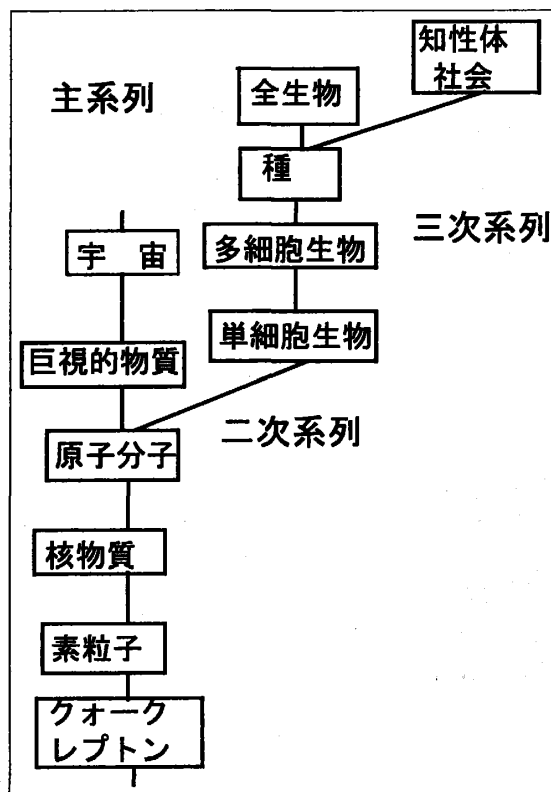
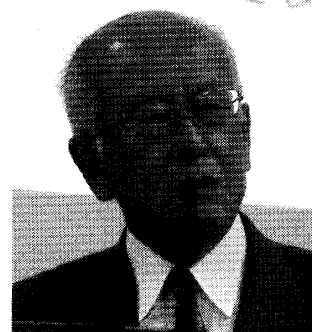


図1 累層性 (1990年作成)

階層的構造は決して社会現象にのみ特有なものではない。動物実験で検証されていることであるが、たとえば、脳の中には特定のリングに興奮する脳細胞群もあれば、どのリングにも興奮する脳細胞群もあるようである。すなわち、リングという一般性に対して興奮する脳細胞群と特定のリングに興奮する脳細胞群というように、脳細胞群は階層構造をとっている。

さて、よく知られていることであるが、個々の原子・分子はミクロという質を有しているが、同時に、この原子・分子は多数集まることによって、この系全体がマクロな性質を帯びようになる。マクロな質を有するに至った原子・分子の系の個々の原子・分子は、依然としてミクロの属性を持ち続けている。このように、主系列の中の異なる累層の担い手は同一なのである。この事情は主系列に限らない。他の系列においても同様である。このことが累層性の基本である。このように、累層を階層と区別することが累層性の認識に於ける核心である。両者の間のこの区別は幾ら強調しても強調し過ぎることではないであろう。

最近になって規模の大小の別は兎に角、多くの物質の構造やこれらの物質全体の存在様式に累層的または階層的構造が見出され、しばしばそれらが図示されている。しかしながら、これらの図示を目にされた人の多くは、次のような印象を懐かれるのではなかろうか。「これらの図示は、知識の整理に有効であったとしても、それ以上の何かを与えることができるのであろうか」。

以下、累層的構造が決して知識の整理に留まらないことを示しながら、自然観について具体的に論じていくことにする。

3. 自然の豊かさ

「自然は豊かさ」を持つ存在であるであるというのが自然の豊かさという自然観である。以下、自然はどのような豊かさを持っているかについて述べることにする。

3. 1 主系列の豊かさ

1955年、東京教育大学で日本物理学会の年会が開かれた。この年会のシンポジウムで坂田昌一はいわゆる坂田模型を発表したが、この模型の哲学的根拠として主系列を板書し、暫くしてこれを消し去った。恐らくこの主系列の図示は内外併せてこれが最初でないかと思われる。著者はこの図に強い印象を受けた。図示するということの重要さに気づいたからであって、最後の5章で述べるように、著者はこの図示するという手法を自然と社会を含む全存在の累層性に用いて、二次系列と三次系列を含む全累層性を図示し、この図示を介して多くの考察を展開することができたのである。

このとき坂田が論じたように、存在するものの全体が幾段もの累層から構成されており、一つの累層はより深い累層にその存在の根拠を持つという考え方は、自然の豊かさの認識の最も基本的なものである。坂田模型の提案の哲学的根拠を自然の累層性に求めようとしたその思考様式は、高く評価すべきことであろう。

しかしながら、坂田模型は図1の主系列の中の素粒子という累層内の考察にとどまっていたのではないと思われる。大貫義郎によれば、坂田模型提示の何時の頃であったか明確でないが、坂田は累層の延長に縦と横の2種類があると語ることがあったという(澤田昭二)。著者は坂田模型が壁にぶつかった頃ではないかと推測している。縦とは図1に示されている主系列の各累層の系列関係のことであろうが、横の系列については図1の側鎖と解することは無理があると思われる。その一つの理由は坂田の著作等に側鎖を含む累層性という認識が見られないからである。

坂田模型⁽³⁾ではP, N, Λ の3種の素粒子が他のバリオン及び π やKの中間子族を構成するという見地をとっていた。この手法では、バリオン族の間により基本的なものとそうでないものの区別があつて、バリオンを二つの層に分けることになる。この区別を哲学的概念として示そうとしたのが、横の累層というものではなかったのではなかろうか。二つの異なる累層を対置したとき、当然なこととして、二つの累層を区別する自然哲学的考察が必要となる。横の累層を互いに区別する契機として坂田はどのようなものを描いていたのだろうか。著者はまだその後の坂田の著書に横の累層という概念を見出してない。やがて、坂田模型の中にウルバリオンの導入が論ぜられるようになった。恐らくこのウルバリオンは、バリオンという累層の素粒子を根拠付ける次の累層への模索であつたのであろう。しかしながら、この構想は実を結ぶにいたらなかった。

坂田研究室の研究を中心とした基研の長期研究計画「素粒子の模型と構造」というプロジェクトは、当時の日本の素粒子研究の中で現象論的な考察を超えて素粒子の構造を深く探ろうとする、しかも優れた研究者を多数擁する中心的な研究室であつた。だからこそ著者は次ように述べざるを得ないのである。当時、確認されていく素粒子が急増していた。この事態に直面して次のような哲学的課題を真

正面に立てていたか知りたいと思う。これらの素粒子が単一の累層に属する物質なのか否か、もし単一でないとするれば累層間の質的相違をどのように捉えていたのであろうか。累層間の相違とはそもそもどのようなものと改めて問い直しながら、このような哲学的な検討がどの程度行われていたであろうか。

坂田研究室の主要なメンバーの一人であった大貫義郎は著者に語った。「自分たちにとって単位荷電量は全く疑い得ない前提であった。その3分の1を持つ素粒子が存在することなど到底思いもよらなかった」と。

荷電量が単位荷電の3分の1の素粒子が存在すると予想することなど全く不可能であったと思うが、単位荷電量をはじめ、素粒子の量子数の絶対性を前提とするところに、哲学的認識の問題点があったともいえるのではないであろうか。もちろん、これはクォークが確立した今日から見て言えることである。しかし、坂田研が「素粒子の模型と構造」というプロジェクトを掲げて研究を進めていった以上、このような批判を避けることはできないのではなかろうか。

3. 2 系列の運動性

運動性の比較 図1のように、主系列のみならず二次系列及び三次系列を併せて図示しこれを考察することによって、新しく二つの課題が浮かび上がってくる。その一つが各系列の運動性の比較である。先ず、主系列から太陽を、二次系列から哺乳動物の代表として人を選び出す。両者とも熱機関と見なすことが出来るので、熱機関としての工率（仕事率）を比較の対象とすることにする。この比較が意味を持つためには、両者の分量を同一にしなければならない。太陽全体の工率から太陽60kg当たりの工率を求め、この値と人の熱機関としての工率とを比較する。

人は一日あたり2400kcalを摂取するとすれば、その工率は100wattとなる。これに対して、太陽60kg当たり熱工率は予期に反して僅かに10mwattに過ぎない。この事にはじめて気が付いたのは1954年10月4日の夜で、翌日のガモフ博士の講演の前座の話を準備している最中であった。両者の値の違いは1対1万に達する。

主系列の現象には爆発的なものもあり、その際の工率は極めて大きいであろうか、ここでは主系列を構成する物質が定常状態にあるときの工率を比較の対象としている。この意味では主系列の各累層の中から、工率の極めて高いものの代表として太陽を選んだのであるが、この選択はそれほど見当違いではないであろう。

こうして、主系列と二次系列の工率の比は1対1万と見なしてよいであろう。この工率をそれぞれの系列の運動性の程度、すなわち運動度を表すものと考えれば、主系列と二次系列の運動度の比は1対1万に達すると言うことができる。

詳細な論証は省くとして、個体の生存数などから二次系列と三次系列の運動度の比もまた1対1万であると推定することができる。この結果、主系列、二次系列及び三次系列の運動度の比は次のようになる。

$$1 : 1万 : 1億.$$

物質の循環 この結果から、直ちに一つの疑問、かなり深刻な次の疑問が湧いてくる。このような著しい運動度の違いを持つ三つの系列が、果たして調和的に共存し得るであろうか。この疑問こそ、資源論及び環境論の最も基本的な問題提起ではなかろうか。著者はこの問題提起に応じて、資源・環境問題に対する基本的な解決の方向を示した（田中一，1983，1985）。その解決の特徴は、経済生産力を現在の水準よりもはるかに高い水準、例えば、100倍程度の水準にまで拡大しながら、資源と環境を現状のまま維持するという途である⁽⁴⁾。

この途を見出すヒントは、主系列と二次系列がその運動度の著しい相違にも拘わらず、何億年以上に及ぶ長い期間、調和的に共存してきたという事実にある。この調和的共存を可能にした根元は、無生物と生物の間に物質の循環過程が形成されたことにある。

時には主系列の急激な変化が生ずることもあったが、二次系列の運動性の高さがこの急激な主系列の変化を乗り越えることを可能にした。一方、この循環過程の形成は地球環境という無生物界の状況を変化させていったが、この変化の速度は、生物の進化の速度に対応しており、生物は地球環境に対して適応していった。こうして、地球上の主系列と二次系列は物質の循環を介して調和的に共存し続けることが出来たのである。

ソフトマテリアルパス 最近では、資源を確保しかつ汚染のないこの意味で安定した社会を実現する途として、循環型社会の建設を目指そうとする試みが数多く提出されている。その多くは生産力

の発展を保障してはいない。そのためか、どこか鬱屈した気配を漂わせている。私達人類は、一万年を超える期間、絶えざる生産力の発展の上に立ってきたことを忘れてはならない。あるいはこの期間はさらに長く、数十万年数百万年の期間であるとも考えられよう。生産力の増大を伴わない社会、すなわち停止社会への移行は、緊急避難の場合を除いて避けるのが賢明ではないと思われる。

著者が提案した途は、三次系列の運動度の高さにも拘わらず、主系列と二次系列でその間の調和的共存と同様な調和的共存を実現することができるばかりでなく、生産の高度の発展を保障する点に強力な特徴がある。この方法の鍵は物質文明を支える物質的素材を可能な限りタンパク質に置き換えることである。

タンパク質の種類は限りなく、その物質的属性は極めて多様であるが、その一方、それは極めてありふれた元素とごく微量の金属原子で構成されている。その生産には一般の植物に習って太陽光のエネルギーを全面的に用いることができる。この結果、エネルギー資源を含めて資源の偏在性が無くなり、その経済的発展に必要な外的条件は平等となる。

また、廃棄物は分解されて再び元の自然の構成物となる。こうして、主系列と二次系列の間に成り立った物質循環の過程と同様の循環過程が、図2が示すように、再び主系列、二次系列及び三次系列との間に成り立つ。ここでは三次系列が蛋白質文明として表現されている。

つぎに、この途をとった場合の環境に対する影響について検討しておこう。タンパク質による素材の総量が仮に現在の物質材の生産量の百倍に達したとして、発生する総エントロピー量で試算したが、その気象に対する影響は毎年の気象の変動程度に留まるであろうという結果を得ている(田中一, 1985: 146-148)。尤も、この試算は今日のデータを用いて再計算する必要がある。

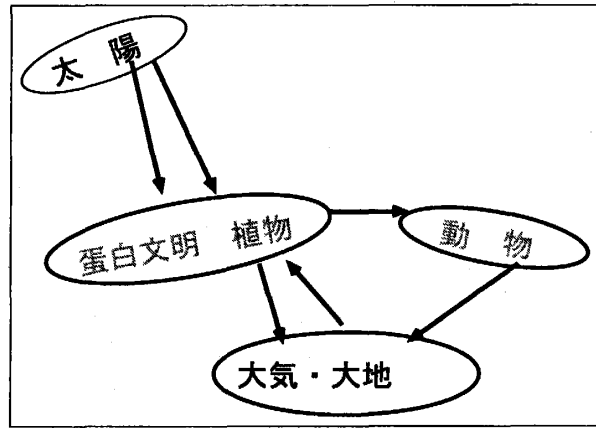


図2 物質の循環過程

蛋白質はソフトであるとは限らないが、敢えてこのような途をソフトマテリアルパスと呼ぶことにしている。

ソフトマテリアルパスの評価 このような一見途方もない論に、熱烈な支持を与えられた方も少なくない。物理の分野で言えば、故小谷正雄及び河合光路、丸森寿夫の三氏から讃辞を頂いた。我が国のロケット工学のパイオニアでの糸川英夫氏からは実に過分な言葉を頂戴し、この実現の方途について協議すべくお会いする予定の日の朝突然故人となられた。残念なことであった。

この節の最後に この節で論じたソフトマテリアルパスについては疑問があるとされる向きも、各系列の運動度という概念が資源論・環境論に対して一つの視点を提供することに異論を挟まれないであろう。この認識すなわち各系列間の比較という視点は、累層性全体を図1のように図示することにより自然に得られたように思われる。累層性という把握とその図示は決して知識の整理に留まっていないのである。

以上述べてきたところは自然の豊かさを示す第二の局面であるが、自然が豊かさを示す第三は以下で述べる側鎖形成の可能性である。

3.3 側鎖の形成

側鎖形成の可能性 すでにたびたび述べたように、図1が示す世界の累層性は主系列と側鎖から構成されている。側鎖の中の二次系列はある時点で主系列から誕生したものであり、三次系列はさらに最近になって二次系列から誕生した系列である。このことは、各系列のある累層から新しい系列が生成する可能性を示している。すなわち、側鎖形成の可能性である。著者はこのことを1963年に初めて指摘したが、そこでは以下のように述べている(田中一, 1963: 34) (5)。

「こうして生物を累層的自然の側鎖と見做すとすれば、直ちに次の課題が提起される。側鎖形成の例はただ生物の発生にのみ限定されるのであろうか。もし然らずとすれば『側鎖は、自然のどの累層に、いかほどの規模で可能なのであろうか。』この問いに対する最樂觀的な見解は、すべての累層に対してその可能性を認め、かつその規模が現在の生物全体のそれを超えるという見解である。累層に絢爛と側鎖が形成した自然像を今のわれわれには想像することもできない。しかしながらその姿はまことに“豊かな自然”の名にふさわしいものであろう。」

42年後の今日においてもこの見解は変わらない。このような見解のもと、最も形成の可能性が高いと思われる側鎖とは、どのようなものであろうか。

核物質の側鎖の可能性 そのような可能性の最も高いものとして、著者は核物質の層からの側鎖の形成可能性に関心を持ち続けてきた。1965年基礎研の短期研究会として最初のハイパー核研究会を東北大学で開いた。そのバックにはこのような側鎖形成の可能性という思いを秘めていたのである。今から思えば、よくぞこの時期に研究部員会がハイパー核の短期研究会を認めたものであると思う。

現在においても核物質からの側鎖形成の可能性を口にすれば、嘲笑の的になる可能性があるだろう。しかしながらその一方、次のような思い出もある。1963年か4年ごろ、東京教育大学学長の職から解放された朝永振一郎が北大を訪問された時、二人だけの雑談の中で著者は次の事を述べた。「非常に多くの核子からなる多体系が可能であるかどうか、色々と試みているのですがうまくいなくて」。この時に朝永は例の悪戯子のような笑みを浮かべながらすぐ答えた。「うん、僕も密かにいろいろと試みているんだけど、なかなかうまくいなくてね」。他にも同様の思いを抱いている方があったであろう。

さて地球における生物誕生時と現在とを比較してみよう。生物を構成している主な元素は

H, C, O, N, Na, K, P, S, Ca, Mg, Fe, Cu, Co, Zn

等である。これに対して、現在見いだされている素粒子には以下のようなものがある。

P, N, π^+ , π^- , π^0 , K^+ , K^- , K^0 , Λ , Σ^+ , Σ^0 , Σ^-

ここには反粒子を挙げていない。生物誕生時に必要とされた元素に対応する要素、核物質の側鎖を形成するものを挙げれば、恐らく上記のバリオン類であろうか、その種類は生物を構成する元素の数を超えている。

超ウラン元素の研究は、可能な核子多体系の研究である。膨大な数のバリオンからなる安定な多体は現に存在する。それは白色矮星であり中性子星である。これらの天体の研究や観測事実は核物質の累層から延びていく側鎖の形成の可能性を暗示しているかも知れない。

この可能性に対して発せられる疑問の多くは、バリオンの寿命が極めて短時間であることに基づいている。この種の疑問はまことに自然なものであるが、寿命の長短は多くの場合人の生活感覚に基づいている。対象の認識には対象に相応しい時間を選ぶ必要がある。著者はかつてこのことをやや詳細に論じたことがある（田中一，2000）。宇宙創成時の経過の遅速を現代の振りの周期である秒を単位にして短いと感嘆しても意味あることとは思えない。対象認識としての時間は、対象に応じて定めるべきであろうというのが2000年の論文の趣旨である。もし、バリオンの運動をそれぞれバリオンに伴う量子振動の周期と比較するならば、バリオンの寿命は決して短くない。バリオンの相互作用の複雑さを考慮すれば、人間的尺度からみて安定なバリオン多体系の可能性を否定してしまうのも早計ではないかと思われる。

このように考えてくれば、最近急速な発展を示しているハイパー核に関する赤石義紀及び山崎敏光を中心とする理論的研究と、理研と高エネルギー研の実験的研究の発展には強い関心を持たざるを得ない。実に興味のある事態であるように思われる。この点については4.4節の未来の小節で再び言及するであろう。

3.4 自然の豊かさ

以上述べてきたところ、すなわち多くの累層からなる主系列の累層性、各系列の運動度の著しい相違及び側鎖の形成とその今後の可能性の3点は、自然の豊かさの三つの柱である。このような三つの柱に支えられて自然は豊かなのである。しかしながら、この捉え方はむしろ逆であって、自然が本来豊かな存在であり、このことの故に自然は豊かな三つの柱を擁するに至ったのであろう。

科学の研究において自然は豊かであるという観点を基本的な観点に置くと、この観点は科学研究の中で大きな役割を果たす自然観となる。以下、この点をやや具体的に論じていくことにする。

3.5 方法論討論会

1957年5月20日、基礎研の3階大講堂で方法論討論会が開かれた。この年の3月、武谷三男が基礎研の運営委員会に提案したものである。この頃、日本の素粒子研究の今後に対する危機意識が急速に高まり、それと並行していわゆる原子核物理学の将来計画の構想がいろいろな場所で議論され始めた。方法論討論会はこのような雰囲気背景にして開かれたのである。参加者で講堂がほとんど埋まるほどであって、前方の第一列目には、湯川、朝永、坂田、武谷の当時大ボスと呼ばれていた4人が1列に並んで座り、熱意を込めて討論に参加した。

討論のさなか湯川が発言した。「新粒子とは上手い名前や。新粒子があるなど思いもしなかった」。朝永は直ちに「僕もそうだ」と続けた。坂田はにこっと笑って沈黙し、武谷はただ沈黙していた。両

者の沈黙は肯定的沈黙のように思われた。新粒子とはストレンジネスがゼロでない粒子を総称して呼ぶ当時の呼び名である。

このことは、日本の素粒子研究の当時の指導者が、主系列の豊かさについて十分な認識を持っていなかったことを示しているのではなかろうか⁽⁶⁾。新粒子の具体的な属性についてこれを予知することは不可能であるとしても、素粒子の世界もまた豊かであるという自然観が背後にあれば、新しい素粒子反応の一端が研究者の目に触れたとき、視点が急速に広がったかもしれない。素粒子の模型と構造を課題とすると、一つの累層の中に籠もることもなかったのではないかと思われる。

歴史を振り返ってこのようなことを述べるのは容易なことである。傍観者のいたずらなる批判と受け取られてもやむを得ないと思うが、その批判を和らげるものとして、原子核理論の状況の一端について述べることにする。

3. 6 原子核理論の分野では

1950年代の半ばから後半にかけて、原子核研究者の多くが口にした言葉に原子核死水論がある。死に水とは、人がまさに息を引くとらんとするとき、その唇を湿らす水のことである。当時、原子核の模型としてシェル模型と統一模型とが、それぞれ M. G. Mayer と J. H. D. Jensen 及び A. Bohr と B. R. Mottelson によって提示されていた。M. G. Mayer と J. H. D. Jensen は 1963 年に、また A. Bohr と B. R. Mottelson は 1975 年にそれぞれの模型によってノーベル物理学賞を受けたのである。

多くの人は、この二つの模型によって原子核の主要な特徴は尽くされており、あとはこれらの模型を用いるだけの仕事しか残っていないと思った。これが原子核死水論の背景である。実際、またその後これら二つの模型に基づいた多くの優れた研究が行われた。シェル模型に基づいた有馬朗人の仕事や統一模型に基づいた丸森寿夫の多体問題の研究などはこれらに属するものである。

さて、このような風潮のさなかに北海道大学の原子核理論講座が設置され、著者はその講座を担当する羽目に追い込まれた⁽⁷⁾。講座を担当した以上は、二つのモデルでは覆い尽くされない新しい方向をとろうとするのはだれもがまず考える自然なことである。講座の新設された翌年、京都大学から講師として赴任したのが玉垣良三である。玉垣は中間子論的核力に基づいて、 ${}^5\text{He}$ のスピン軌道力を導くという仕事の経験をもって来道したのである。

2核子間相互作用の強い部分はテンサー力であるが、 α 粒子と核子の相互作用ではテンサー力が打ち消しあって全体として弱くなることが示されていた。このことは、中間子論的核力の特徴であり、原子核内の相関が次のような特徴を持つことを示唆している。すなわち、核内の二核子間相互作用は極めて強いが、スピンとアイソスピンがゼロとなる核内四核子系と核内核子との相関は著しく弱くなることである。こうして *internally strong externally weak* という合い言葉と共に、原子核の実在的なクラスター構造を相当の根拠の上に提起し得ることになった。

さてクラスター構造の提案者としては、もう一つ深刻な悩みがあるはずであった。この新しい提案が実を結ばなかった場合、提案者自身が研究者として消えていくとしても、それは自分が自ら招いた結果として充分諦めもつくものであろう。それよりも考えなければならないことは、毎年希望に満ちた才能のある若い人が研究室に入り、あるいはクラスター構造の研究に加わってくることである。もし、提案したアイディアに大きな間違いがあるとすれば、前途ある多くの若い人の人生を無駄にするかもしれない。

しかしながら、事実においては、著者は余りこのことに悩むこともなかった。その研究の発展の可能性にも疑いは持たなかった。このような場合、ただがむしゃらに思い込んでいるだけでは決してその思いが長続きするものではない。著者は次のように考えた。

自然は豊かなものである。したがって、自然を構成する重要な要素である原子核もまた豊かなものである。いかに優れた研究者が提示したものであるからといって、それらの模型で尽くされるほど原子核は貧弱な存在ではない。このような思いが絶えず当時の著者の胸に光を放っていた。従って、躊躇も動揺も殆ど感じなかった。

このような解釈は当人が意図せずに、長年の間の結果を見て作り出していることが少なくない。著者の場合もそうではないかと厳しく反省してみる必要がある。しかしながら、クラスター構造の提唱のころ、1963年の「自然の論理」はすでに公表されており、その中で自然の累層性に基づき自然の豊かさについて論じている。また、その前年の1962年にはこの内容を札幌唯物論研究会創立三周年の記念講演として北大理学部大講義室で講演し、そのなかで同様のこと、すなわち累層性に基づく自然の豊かさについて述べたことを記憶している。

さて、以上述べてきたことに対して、自然の豊かさに関する指導的な4人の素粒子研究の認識と、

原子核研究の、しかもその中のクラスター構造という小さな領域における経験を対峙させるのは、不遜かつ烏滸がましいという声もあるかもしれない。あつて当然なような気もする。しかしながら、国際関係の歴史を見ると、大国は必ずしも全てにおいて賢明であるとは言えず、これに対して小国の知恵は時として深いこともあり得るのではなからうか。

4. もう一つの自然観—史的自然観

4. 1 湯川と坂田の私的討論

湯川と坂田の間に、自然の累層性に関して時々私的討論が行われたようである。湯川は累層が有限であると主張し、坂田は無限であると主張したらしい。坂田のこの主張はその著書にも載っている(坂田, 1972: 291)。この章ではこれら二つの見解が何れも静的自然観であることを指摘し、これに代わる第三の自然観として史的自然観を提起する。それは累層の数は有限であるが、その存在の根拠を過去に持つという自然観である。

4. 2 湯川の自然観

湯川のいうように、累層の数が有限であるとすれば当然のことであるが最深の累層が存在しなければならない。戦後湯川は非局所場理論を提起し、1966年素領域の概念を提唱するに至った。田中正は「湯川秀樹博士ノーベル賞受賞50周年記念講演会」の講演でこの間の研究の推移に触れている(田中正, 2001: 145)。これ以上の詳細な論述は、湯川自身の手による解説に求めるべきであろう(湯川秀樹, 1974: 563—609)。

湯川の自然観における最深の累層については著者も聞いたことがなく、今日では聞くすべもないが、上記の湯川の所論を見る限り、それは「四次元時空の素領域の状態」ともいうべきものではないかと思われる。

湯川は定年退官に際して、歌集『深山木』を関係する人々に贈った。この歌集の最後から二首目に、短歌に縁遠い著者にも何かを感じさせる一首が載っている。右の方に掲げてあるのがその一首である。玉垣良三によれば、湯川が上記の素領域の理論を仕上げたときの心境がこの歌に込められているということである。

天地(あめつち)の逆旅(宿りの義)を四次元的時空の素領域と読み、鳥と人を万物の元と受け取れば、湯川が描いた素領域、現象の元と時空の元が一体化した素領域のイメージが浮かんでくる。と同時に、著者はそこに変わらない自然、時空を単位としながら変わらない静的自然観、東洋的諦観を秘めた静的自然観が佇んでいるという印象から逃れることはできないのである。

4. 3 坂田の自然観

坂田の自然観、主系列の累層は無限個存在するという自然観には強固な哲学的根拠がある。一つの累層が存在するためにはその存在の根拠を与える一段と深い累層が存在しなければならない。この一段と深い累層についても同様である。結局、累層は無限に深く重なっていなければならないことになる。しかしながら、以下に示すように無限個の累層からなる自然は、結局のところ静的自然なのである。

無限個の累層を土台として構成されている自然においては、はるかに深い累層に何かの変化が生じたとしても、その変化は有限の時間内にわれわれにとって観測可能な累層に如何なる変化ももたらすことはできないであろう。逆に、われわれが観測する現象は絶えず変化しているが、それは比較的浅い累層の変化に過ぎないのであって、この変化が無限に深い累層に対し有限の時間の間に影響を及ぼすことはできないであろう。

このような推論に対しては、極めて簡単な反論が可能であるようにも見える。例えば、より深い累層は極度に狭い領域に閉じ込められており、浅い累層との作用の交換は極めて短時間で可能であるという反論である。このような論に対しては再反論も簡単である。深い累層に変化を与えるためには、非常に大きなエネルギーが必要であろう。無限個の累層に変化を与えるためには無限のエネルギーが必要である。そのようなエネルギーはどこにも存在しない。従って奥深い累層は安泰であり変化することはない。この結果、全ての現象は、変化することのない固定された舞台の上で演ぜられる劇に過ぎなくなる。このように、結局無限累層論は一種の静的自然観である。

天地は逆旅なるかも鳥も人も
いづこよりか来ていづこにか去る

ここで一つ注釈を加えておくべきであろう。湯川や坂田が平和な世界の到来を期待し、さまざまな努力を重ねてきたことはいまさら言うまでもない。そこには、我々の世界の歴史的展開への期待が込められている。恐らくそれは単なる思いや期待だけでなく、そのような期待が現実化するという信念を潜めていたことであろう（小沼通二）。このことは、湯川と坂田がわれわれの世界は変化していくものであり、決して固定したままの状態にとどまるのではないという信念を懐いていたことを意味するものである。

この湯川と坂田の見地と、両者の自然観が何れも一種の静的自然観であると断じた著者の論とは決して矛盾（小沼通二）するものではない。著者は、湯川と坂田の社会観が動的であり、一方、自然観は静的であることを述べたに過ぎないのである。社会観の依って立つ歴史は数万年の期間であり、自然の史的過程は以下に述べるように途方もなく長い。それでは、著者のいう第三の自然観とはどのようなものであろうか。

4. 4 史的・自然観

史的 著者は先に第三の自然観の特徴として、現在の有限な累層の存在根拠が過去にあると述べた。ここではまず過去と現在とは何か、従ってまた未来とは何かについて述べておかなければならない。この点についてはすでに「自然の論理」の中で次のような内容を述べている。すなわち、現在とはビッグバンから今日に至る間のことであり、したがって過去とはビッグバン以前の自然過程のことである。1970年代以降の素粒子論の発展は、まさしく現在の自然がビッグバン及びそれ以前の自然過程すなわち過去にその存在の根拠を持つことを示しているのではなかろうか。我々の自然のように、現在が過去にその存在根拠を持つとき始めてそれは史的過程をとると言えるのである。

未来 それでは、上記の過去と現代に対応する未来とはどのようなものであろうか。この未来の特徴について「自然の論理」38頁下段に沿って再論しよう。

言うまでもなく、未来を単なる現在の延長ではなく未来として現代と区別するものとする以上は、未来を特徴づけるものは現代を特徴づけるもの以外のものでなければならない。と同時に、未来が現代の延長である以上、現代と切り離すことはできないものであり、現代の延長の上に載っていなければならない。この現代と未来の二つの関係、非連続性と連続性の双方の条件に沿う具体的な在り方とはどのようなものであろうか。それは、現代の中から生まれ育っているが、現代の主要な存在とは真っ向から対立しているもの、そのような在り方をしながら、未来のなかで次第に主要な役割を果たすものである。

「自然の論理」38頁下段ではそれを人、あるいは宇宙の知的生命体という段階で生じた「目的意識性」としている。目的意識性は主系列を母体として誕生した最も進化した存在、すなわち人間等の知性体の出現によって始めて誕生したものであるが、主系列・二次系列の各物質とは全く異質な存在である。

ここで、「目的意識性」について一言付け加えておく。言うまでもなく目的意識は精神の一つである。しかしながら、前述の見解は精神が物質を支配するようになるという意味ではない。精神は三次系列の知性体と社会の中で生成され、知性体と社会を通じて世界に働きかける。目的意識性の役割が主になるという意味は、目的意識の内容とこれに基づく働きかけの手段が極めて高度化されるという意味である。

ここではさらに論を進めることはせず、ただ一点のみを指摘しておこう。それは、3. 3節の側鎖の形成の所で予告したことであるが、核物質からの側鎖もまた目的意識的に形成されていくものであるかもしれないということである。

4. 5 一つの謎

今日ではすでに多くの人々がよく知っていることであるが、我々の宇宙には不思議な謎めいたことがある。それは物理の基本定数の値がまことにうま過ぎる値になっていることである。このことの一部を初めて述べたのは、著者が原子核三者合同の夏の学校で長時間の講義をした1968年のことである。その後、1982年10月に新潟大学理学部で「自然のシルクロード」と題する集中講義を行い、このなかでやや体系的に講義した。現在では関係文献として『宇宙の定数』（Barrow, 2002）があるが、ここでは著者が新潟大学で行った講義に沿って述べていくことにする。

π 中間子の質量 安定な原子核はまことに安定に見える。実態はそうでもない。安定に見える原子核 α 粒子を例にとろう。 α 粒子内の全核子の運動エネルギーとポテンシャルエネルギーを求めると、両者の絶対値はほぼ等しく、ポテンシャルエネルギーの方が僅かに10%程度大きいだけである。この結果、もし核力の引力部分の強さがわずかでも減少すれば、例えば π 中間子の質量が8%大きく

なって、核力の有効領域が少々小さくなれば、 α 粒子のみならず全ての原子核はバラバラの核子集団になってしまう。従って、元素が存在し得るためには、 π 中間子の質量の上限が限られてしまう。

単位荷電 π 中間子の質量が適切な値であったとしても、天体の中で α 核よりも大きい原子核が合成されるには、以下述べるように、際どい原子核反応過程を介さなければならない。

3. 6節で述べたように、 α 粒子と核子間の相互作用が弱くて核子と α 粒子は安定な系を作ることができない。そのため、 α 粒子に核子を1個ずつ吸収させて大きな原子核を作るという過程をとることができなくなる。現実には次のような過程をとって α 粒子より大きな原子核が合成されている。

まず第一段階として2個の α 粒子が衝突して準安定状態 ${}^8\text{Be}$ を作る。2個の α 粒子が準安定状態にとどまっているごく短い時間の間にもう1個の α 粒子がこれに衝突すると ${}^{12}\text{C}$ が作られる。これが安定な原子核である。あとはこの原子核に核子が衝突して ${}^{12}\text{C}$ よりも大きな原子核や小さな原子核が合成されていく。

ここで、もし単位 e が少し大きくなるとする。容易に想像できるように、 α 粒子間の斥力がやや大きくなるので、2個の α 粒子が準安定状態を形成している時間すなわちその寿命は一段と小さくなり、その結果 ${}^{12}\text{C}$ の合成量は一段と減少する。天体の温度を1億としてその量を計算すると、単位電荷が1%増加すると ${}^8\text{Be}$ の量は千分の1となる。このような自然的世界では、二次系列の形成など到底望むことができないであろう。

マジック数のズレ 自然をその基本から構成していこうとして努めた結果、幸いにして単位電荷を適切に選んだとしても、なお越えていかねばならないハードルがある。それは原子核のマジックナンバーと原子のマジックナンバーをずらさなければならないということである。

原子核のマジックナンバーは2, 8, 20…と続き、原子のマジックナンバーは2, 10, 18…と続く。正確には、マジックナンバーという名称は原子核に与えられた概念であって、原子の場合には用いないが、ここでは核荷電の小さな場合に準用することにする。両者の値は二つ目でずれている。

よく知られているように、マジックナンバーを持つ原子核は天体の中で多量に合成される。一方、マジックナンバーを持つ原子は化学反応に対して不活発である。もし両者の値が一致しておれば、大量に合成される元素が化学的には不活発であることになる。そのような自然は主系列の発達すら望むことができないであろう。

この領域のマジックナンバーのずれは、クーロン力が長距離的であることに対して、核力が短距離的であることに由来する。しかし、もし π 中間子の質量が小さくなれば両者の差はなくなってしまう。

さて、これら三つの事情についてももう少し考えてみよう。単位電荷の大きさや π 中間子の質量は、自然のより深い所から定まってくるのであって、予め多彩な自然が出現するという結果を想定して自然の奥深いところで定まったのだとする考えは、科学研究者の従来の常識からは到底受け入れることができないところである。しかしながら、このような不思議な偶然が現実のこととして私達の前に傲然と立ちはだかっているのである。

人間原理 この不思議な偶然に対して人間原理 (anthropic principle) なるものが唱えられている。この原理について論じているものは数多くあるが、必ずしも内容が明確に表現されているとは思われない。佐藤文隆は次のように述べている (佐藤文隆 (1987: 197))。「人間がいるというデータから、“物理法則”を出す」(定式1と呼ぶ)。この言明に続いて、この言明から受け取るべき内容として「物理法則というものは、決して唯一・不変なものではなく、歴史的に選択されてきたものの一つに過ぎないという主張は真面目なものである」(定式2と呼ぶ)と述べている。定式2は定式1の内容をよく分かるように説明したもののように見えるが、著者には幾つかの疑問がある。まず「歴史的に選択された」という陳述の内容であるが、いつどの段階で何が選択したのか、選択の主体はどのようなものか知りたいところである。また、選択されなかった物理法則とはどのようなものなのか、具体的に示してあれば考え易い。これらが具体的に示されることがなければ、好むと好まざるとに関わらず、自然を理解するキーを超自然的なものに委ねることになる。著者は1982年新潟大学に於ける集中講義で、この不思議な偶然を従来の科学的見解の範囲内で理解することを述べ、また同じ内容を札幌学院大学社会情報学部第10回社会と情報に関するシンポジウムで強調した (田中一 2001a: 101)。その要旨は以下の通りである。

ビッグバン以前の宇宙の膨張の理論いわゆるインフレーション過程に関する佐藤勝彦の理論は、前述のこの不思議な偶然を理解する興味深い可能性を与えるように思われる。すなわち、この過程の中で多くの宇宙が誕生し、それぞれの宇宙からまた子や孫の宇宙が誕生する可能性があるということである。側鎖生成の可能性が現実化しているように、もし自然が真に豊かであるとすれば、佐藤の理論

の multiverse (多宇宙) という可能性は現実化していると思えるべきではないだろうか。このような観点に立てば、我々の生存するこの宇宙以外にも数多くの宇宙が存在すると思えるを得なくなる。

さて、他に数多くの宇宙が存在するとしても、それぞれの宇宙はその基本的な特徴を全て同じくするとは限らないであろう。最近の素粒子研究はむしろ極めて多様な可能性を提示しているように思われる。これらの宇宙の中には、その次元のみならず基本構造が異なり、その結果、基本定数の組にもさまざまなものがあると思えることができないであろうか。

ここまで述べてくれば、著者のいう一つの可能性の内容は明らかである。基本的物理定数のさまざまな宇宙のうちには、主系列のみならず、二次系列あるいは三次系列も発達する宇宙が存在し得て、その宇宙にあって三次系列として存在しているのがわれわれであるのである。先に佐藤文隆が述べた選択の対象となるいろいろな物理法則は、それぞれの宇宙の物理法則であり、選択の代わりに、multiverse の内に不思議な偶然を満たす宇宙が必然的に現存して、そこで進化した知性体が不思議な偶然を見出したという現実が生じているのである。

この著者の見解に対して、二つの疑問が投げかけられた。その第一は次のようなものである。われわれの宇宙とは別の他の宇宙は、それが存在したとしてもその宇宙とわれわれの宇宙とは情報的にも因果的にも関連することがない。そのようなものを論拠にすることができるであろうか (九後太一) というものである。

情報的関連がないという文言の意味はかなり曖昧である。広い意味では、われわれの宇宙の形成過程に伴って他の宇宙が誕生するという理論的予測があること自身、その宇宙とわが宇宙との関連であり、それは広い意味の情報的関連すなわち広義の情報的関連である。情報的関連性を通信可能性と見なし勝ちであるが、通信可能性の有無と情報的関連性を同一視することはできない。

一般に、理論的予見の当初は通信による関連を含まない広義の情報的関連を有する事態である。一般に、科学的推論に対してこれを否定する論理的根拠がない場合には、理論的帰結を否定すべきではない。悪しき個別科学の思想が理論的帰結を否定するというのが、長年に亘る科学研究からの教訓である。

もう一つの疑問は、前述の不思議な偶然に対する著者の理解は、基本定数のうまい選択という事実に対して、われわれが三次系列が形成された宇宙にたまたまいるという偶然性を導入して理解しようというものであって、その姿勢は理論の放棄ではないかというものである。これはないもの強請りである。偶然的事象の偶然性を科学的認識の対象とすることはできないように思われる。以下述べようとすることは、このことが決して知的活動の終焉ではないということである。

価値の探求 一つの例をとろう。現代の社会にあっては、ある数の貧困な家庭が存在するのは避けることができない必然的なことである。そのような家庭に生まれて育った A さんは、なぜわが家は貧しいのかという疑問から発して、現在の社会では一定数の人々が貧しい生活を送らざるをえない必然性があることを見出したとしよう。こうして、彼は貧しい家庭の貧しい主原因が両親の資質のせいではないことを知り、A さんは A さんの家庭がたまたま貧しいのはなぜかということを考えることを止めてしまう。しかし彼は思索を止めたのではない。彼はこのような貧しい家庭に育つ自分の人生の意義はどこにあるのかと考えていく。彼の思考は、価値問題を志向し始めたのである。三次系列の誕生はたまたまの条件に支えられたことを知ることによって、そのような宇宙に生きるわれわれの存在意義について、今後広い知的活動を展開することができる。

今世紀に入った当初、長期的視野に立った言辞をしばしば耳にし目にすることができた。札幌唯物論研究会では 2001 年 9 月 9 日「二一世紀・新しい価値観への展望」と題するシンポジウムを開き、著者は「価値論への期待」と題する報告を行った。数百年続いた科学研究と並んで価値論的研究が以後数百年に亘って次第に活発になっていくのではないかと主張した。この知的活動は絶対性を持つ価値基準を排するという意味で、宗教的研究とは別個のものである。

あえて暴言を吐くことにする。歴史認識は再現性のない時間的事象を認識の対象とし、科学的認識は再現性を持つ対象を認識の対象とする。両者の認識は、その基本において異なっている。宇宙の進化の過程が再現性不可能な真に歴史的事象であるとすれば、この事象の認識に直面して、科学者集団の認識の中に多少の混乱と混迷が生ずることもあり得ないことではないであろう。人間原理という見解はこのような混乱時の個別科学の思想の一つであるように思われる。著者の試みは宇宙の過程が科学的認識の対象と考えることを示したものと言えよう。

5. 累層性思想の系譜

世界の累層性は、次の三つの条件を備えている。その第一は単一の全世界を対象としていることである。第二に世界の構造が累層の系列であり、第三にどの累層もより深い累層にその存在の根拠をもつと共に、より高次の累層の存在の根拠となっていることである。このことを一口に質系列の生成ということである。

以上の観点に基づいて、累層性系譜について考察してみよう。以下のべる史実は『ソクラテス以前哲学者断片集』（内山勝利他、1996）による。

古代ギリシャ アリストテレスを累層性を唱えた最初の人として挙げることもあるが、アリストテレスは天上界と地上界を分断し別の世界と考えていたので、彼の天上界と地上界の二つは、いずれも同一世界の二つの層ではない。従って彼の世界観を累層的認識とすることはできないであろう。

ターレス（BC（640-637）— BC（548-545））は水が万物のもとであるということを主張した。このターレスの見解は、ターレス以前の古代ギリシャの世界観、すなわち、すべての現象はこの世界とは別の存在である神の仕業であるというそれまでの神話的世界観に代わる合理的世界観を示すものである。アリストテレスを始め古代のギリシャ哲学者から高く評価されている。したがって、累層的認識の前提を満たしているが、累層的認識そのものに達しているとは言い難いと思われる。

アナクシマンドロス（BC（610 又-611）—（654-後程なく））はト・アペイロン（無限なるもの）という捉え難い存在を万物の元とした。彼のト・アペイロンには、今日の物理的認識を支える「物質性を持った真空」を思わせるところがある。さらに「彼は言う—それは水でもなくその他のいわゆる基本要素のいずれでもなく、何かそれとは異なる無限なる本性のもので、これからすべての諸天空および内部の諸世界は生ずる……明らかに彼は四つの基本要素が相互に転化し合うのを見てとってそれらの内のいずれか一つを基本要素とするとは考えず、それら以外の何か他のものをそれとしたのである」（内山山他、1996：165）。ここにある基本要素を四つとしたのはエンペドクレスであって、その4基本要素とは空気、水、土、火のことである。アナクシマンドロスの名を著者に示唆したのは奥谷浩一である。

このように、アナクシマンドロスが「ト・アペイロン→四つの基本要素→諸々のもの＝自然」という自然認識を有していたとおもわれる。この意味で、著者はアナクシマンドロスを累層的認識の始祖と見なしてよいと考えているであろう。

近現代 近代になって累層性の内容を始めて充分な形で述べたのはエンゲルス（1873-1892）である。彼は『自然弁証法』の中で次のように主張した。

（秋間、渋谷、1999：177）「化学・化学的諸事象の研究には、生物界が研究領域としてひらけてくる。それは、つまり、化学的諸過程が無生物界でと同じ諸法則に従いながら無生物界でとは異なる諸条件のもとに進行している、そのような一つの世界なのである。」

この見解は、先に挙げた累層性の三条件を満たしているだけでなく、側鎖が側鎖であるための条件を挙げており、この点で注目すべきであるというのが著者の意見である。

わが国においては、戦前に梯明秀が質の系列としての累層性について、1932年に明確に次のように述べている。

「力学的運動が、唯一の運動形態であるのではなくして、それは、この運動一般の一つの特殊な形態であるに止まる。われわれは、尚ほ、生命的運動、意識的運動等の特殊形態を挙げることが出来るのである。」（梯、1932：639）

「さて物質、生命、意識とは、この自然の辯證法的過程の三つの歴史的発展段階としての物体、生物、社会の、各々の、それぞれ固有な、本質的性格に過ぎないのである。」（梯、1932：640）

戦後　すでに述べたように坂田昌一は1953年、東京教育大学で開催された日本物理学会のシンポジウムの講演の席上主系列の図を板書し程なくこれを消した。著者はすでに述べたように、累層性の図示の重要性を認識し1960年道内向け広告誌に図3を掲載した。その後1962年に北海道大学理学部で開かれた札幌唯物論研究会創立3周年記念講演会で二次系列及び三次系列を備えた累層性の全体を図示すると共に、新たな側鎖形成の可能性と自然の史的発展について論じた。その後これををまとめ「自然の論理」として公表した。

海外の動向　我が国においては累層的観点が比較的馴染み深いものとなってきたが、ヨーロッパではほとんど知られていないだけでなく、受け入れ難いところがあるように思われる。最も関心がありそうに見えるバナルも、その有名な著書『歴史における科学』の第三版になって漸くその序文 iii 下段で自然と生物の層的構造について論じるに到ったが、そこには人間・社会の層が含まれていない。質の系列という視点も明確ではなく、また図示もない。論じ方は詳細であるが、戦前の梯の域には及ばないように思われる。

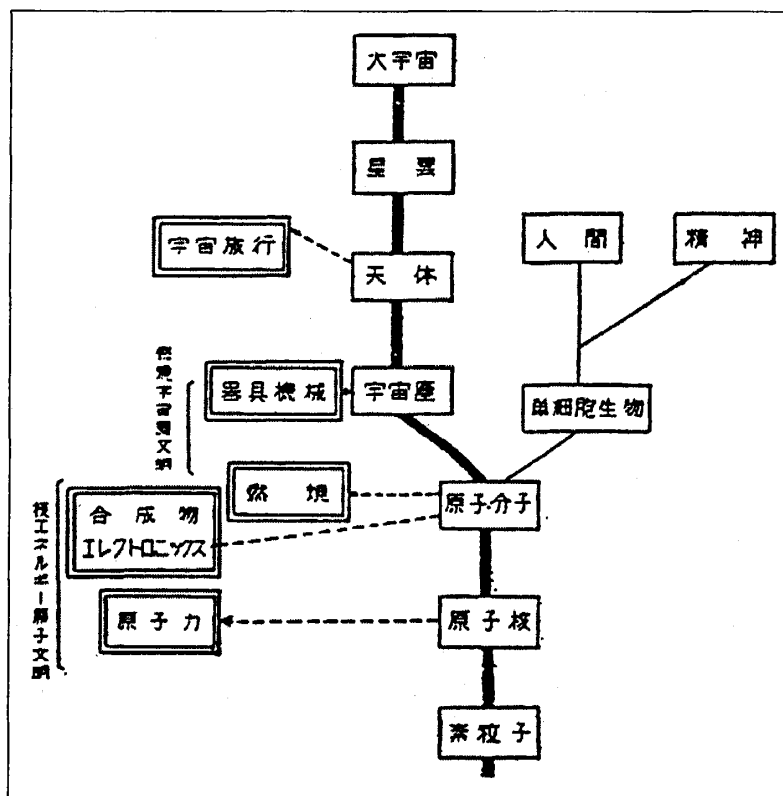


図3 最初の累層図(1960年)

6. 結論

第3章の「自然の豊かさ」及び第4章の「史的過程」は一つの自然観である。自然観にもより局所的なものからより一般的なものまでさまざまがあるが、この二つはかなり一般的なものである。このような一般的な自然観は、研究者の思想の根底にあってその研究にさまざまな影響をもたらしてくるものである。言うまでもないが、この他自然観には比較的特定の局面に作用する個別科学のあるいは個別課題の思想として働く場合もある。この論文で論じたところから次のことを結論しても良いように思われる。

自然科学分野の研究の系譜を探るには、研究の土台となっている
自然観を見据えなければならない。

感謝

基研の研究会「学問の系譜—アインシュタインから湯川・朝永へ」における講演原稿及び当論文作成には多くの方々の協力を得た。名前を列記して感謝の意としたい。

遠藤理佳(京都), 大槻説平(福岡), 大貫義郎(名古屋), 奥谷浩一(札幌), 加藤幾芳(札幌), 亀淵 迪(牛久), 川合葉子(京都), 小沼通二(東京), 高田 純(札幌), 高村泰雄(札幌), 田中 正(京都), 田中洋子(札幌), 玉垣良三(京都), 野坂京子(京都), 坂東昌子(京都), 藤井寛治(札幌), 松本賢一(浜松), 宮谷千津子(札幌), 和気和民(札幌), 和田正信(千葉)。

註

(1) 当初は独立の論文として投稿の予定であったが、研究会の諸報告がプロシーディングとして出版されることになったので、当論文もこれにならうことにした。講演後3人の参加者から質問があった。本来であれば、当論文の最後に質問と講演者の回答を載せるべきであるが、以上の経過から論文中に質問を問題提起の形で述べ、その箇所に質問者名をマル括弧内に示すことにした。

(2) 累層性は、地球のみならずこの宇宙全体の無生物と生物及び天体に生息している知的生命体とその社会を全て包含する概念である。したがって、自然の累層性という表現を累層性一般を意味するものとして用いるのは必ずしも正しくない。最も広義であることを強調するときには「全宇宙」のという形容語句を付加する。また、無生物及び人を除く生物の累層性であることを強調するときには「自然の累層性」という用語を、また人及び社会を含めていることを強調するときには「世界の累層性」を用いることにする。著者は、累層性の考えを拡張して、情報過程の各段階を特徴づける場合にも用いることができることを示し、これを「情報過程の層序」と呼び、幾つかの結果を発表している。また、近く概念全体にもこのような分け方が可能であることを論ずる予定である。

(3) 「素粒子の模型と構造」というテーマを基研の長期研究計画として提案し、またこれを推し進めたことに対しては、当時の素粒子研究の課題に真正面に挑戦したものとして、著者はこれを高く評価するものである。1956年まで著者が在職した京大の素粒子研究室を振り返るとき忸怩たる思いがする。その中心課題はいわゆる坂田模型からの展開であった。坂田模型の形成過程については、坂田研に所属していた複数の友人から聞く所があった。坂田模型に対する各人の寄与をできるだけ明示しながら、その概要を著者の責任で以下に記しておく。

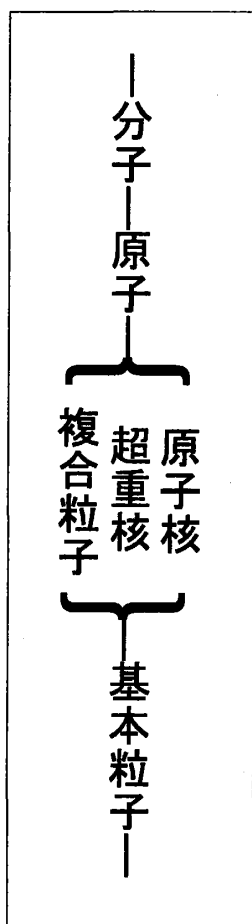
1955年9月、秋に予定されていた基研の長期研究会「場の理論」、「新粒子」に向けて研究室シンポジウムが2日間に亘って開かれた。Lee デルに現れるゴーストなど、当時話題に上がっていた問題に取り組んでいた人の報告等があったが、2日目に田中正が π 中間子及びK粒子の中間子族を核子・反核子系として導くという試みを発表した。これより先に、フェルミとヤンが核子・反核子の結合系として π 中間子の質量及び π 中間子と核子との相互作用の強さを導いていたが、田中正の試みは中間子族全体を核子・反核子の結合系として導こうとする点に新しさがあった。この場合、ストレンジネスは結合系の角運動量の大きい励起状態として現れることが期待されていた。ストレンジネスが核子・反核子系の励起状態として現れるか否か熱心に議論された。この議論は研究室シンポジウム終了後も残ったメンバー間で続けられた。研究室シンポジウム等の研究室のミーティングは坂田教授室で行われるのが常であった。この討論の末、田中と松本によれば、「結論として、中野・西島、Gell-Mann の strangeness を背負う粒子を最低一つ基本粒子に持ち込まなければ駄目だということになった」(田中正他, 19571: 219)。この討論と密接な関りがあるかとも思われる出来事があった。亀淵迪の記憶によれば、この研究室シンポジウム以前に行われた研究室の通常のコロキウムの上でのことである。そのコロキウムで Goldhaber (1953: 1279) の仮説、すなわち核子及び核子とは別個の粒子とでバリオンを導くという試みの紹介があった。そのとき、今は亡き山田英二が何か外部からストレンジネスを担うものを入れなければ駄目だ、それはK中間子でも Λ 粒子でもよいという意見を述べたという。記憶というものは思いもよらず不確かな場合もあるが、亀淵迪は山田の発言に強い印象を受け、著者にその時の座っている場所などを含めて場面の情景をかなり詳細に語った。著者はこの時の山田の発言に対する記憶は正確であるように思った。研究室シンポジウムの夜の討論で山田もまた意見を述べたことは田中正が特記している(田中正他, 1971)。上記の経過を見れば、この時山田が「何かストレンジネスを担うものを外から入れなければならないのではないか、 Λ 粒子でもK中間子でも良い」という意見を述べたと想像しても不自然ではない。もっとも亀淵迪が強い印象を受けた上記のコロキウムが何時行われたかははっきりしない。亀淵迪は研究室シンポジウム以前であることは確かと思うと語っているので恐らく1955年夏以前のことであろうが、Goldhaberの論文の掲載誌が研究室に届いたのは1954年の春であろう。その論文内容がどの程度研究室シンポジウムの後の意見交換に影響したかは研究室コロキウムの時期にも依るであろう。あるいは当時すでに一般に受け入れられていたGell-Mann、中野、西島のストレンジネスの論文の方が強い影響を与えたかも知れない。

その夜、坂田は一人でいろいろと試みたようである。翌朝早く研究室のメンバー一同に一つの結果を示した。そこには、核子、反核子および Λ 粒子の結合系としてバリオンとメソン族が導き出されていた。亀淵迪は坂田が自分の手帳に記した書き込みを見ながら説明してくれたと語っている。50年前のことであるので、残っている人たちの記憶もそれぞれ十分ではないが、上記の経過と矛盾する記憶はないようである。さて、アイディアは単なる情報ではない。受けとった情報が知的探求という行動を起こさせるほどに当事者によって高く評価されて始めてその人のアイディアとしての条件を備えるに到る。坂田はこの夜の意見交換の結果を高く評価することができたのであろう。

(4) 1983年には北海道教育大学釧路分校で「自然学」と題する特別講義の中で詳細に「ソフトマテリアルパス」を講じた。その後、北海道大学の総合講義「平和」の中で定年退官まで「ソフトマテリアルパス」について講じた。1985年には『未来への仮説—人類再生への提言』を培風館から出版

し、ここでソフトマテリアルパス及び関連問題について体系的に論じた。

(5) 原文の句読点「、」及び「。」をここではそれぞれ「,」及び「.」に変えた。



(6) 新粒子の存在が確かになってきた頃から、坂田がよく口にした言葉がある。それは多くの種類の原子核が存在するように、素粒子にも多くの種類があって、素粒子の世界は広いのだという趣旨の意見である。この意見を聞けば、坂田は素粒子という累層の豊かさをいち早く認識していたように見える。松本賢一が指摘したように、この事実と坂田もまた自然の豊かさに関する認識に欠けるところがあったという著者の見解とは一見矛盾するように見える。この点に関して著者の考えを述べておく。よく知られているように、坂田模型はすべてのハドロンを核子とΛ粒子の結合系と捉えていた。原子核が中性子と陽子で構成されていることとよく対応している。著者の目にはこれが素粒子原子核観の実体化のように映る。著者にはそこに看過できない問題があるように思える。左に示す系列は1961年「素粒子の新概念をめざして」(和訳)と題してプロGRESS誌に掲載された論文から引用したものである(坂田昌一, 1971; 281)。ここで複合粒子とはハドロンのことであって、軽粒子以外の素粒子をさしていると思ふべきであろう。この意味での素粒子が原子核と複合粒子が同一の累層(坂田の著書では階層以下同様)に属する存在とされており、素粒子の原子核観が率直に示されている。この見地が坂田模型を根拠付けた哲学であった。この累層構造は短期間で大きく変化する。坂田は1966年に自然の累層性の1部を

分子—原子—原子核—素粒子 (坂田昌一, 1971; 307)

と表現している。二つの累層構造の著しい相違は、1962年時には同一累層を構成するとされていたと原子核と素粒子すなわち今日のハドロンが、1966年には累層を異にする存在として位置付けられている点である。素粒子が原子核と同一の累層に属するのか、あるいは異なる累層を形成しているのか、この何れの視点を摂るかは研究の展開を左右する基本に関わることである。前者の視点をとれば、原子核との類似性を見いだしていくことが具体的な研究の進展の上で不可欠な土台を提供するであろう。また後者の視点に立てば、原子核との類似性に囚われることなく素粒子と原子核の異質性について自由な発想を求めざるを得なくなる。この場合こそ哲学的思考が効果的な役割を果

たす機会なのである。ここでは累層が異なるとは如何なる事かという哲学的考察と物理現象に現れた両者の異質性の認識を互いに裏表の関係としてそれぞれ深化させていくことができる。こうして3.1節で述べたこと、主系列の累層性に現れた自然の豊かさを認識していくことができる。坂田に対して厳しすぎるという批判は甘んじて受けることとして、「物の論理」の上に立って新粒子の豊かさを感知しながら、同じく坂田の用語を用いれば、自然に対する深い考察を、すなわち「形の論理」として何よりもまず累層性自身の哲学的考察を深化させなかった点を指摘し、敢えて坂田が自然の豊かさの認識に欠ける点があったとしたのである。

ここで自然の豊かさと直接の関係はないが、「物の論理」と「形の論理」について一言指摘していく。牧が坂田模型25周年記念シンポジウムで「素粒子論の発展と哲学—坂田・名古屋模型の発展をめぐる」について講演し、その中で「物の論理」と「形の論理」について精緻な分析を行った(牧二郎, 1981: 18—20)。この論には聞くべき所が多い。以下著者が指摘しようとする点は牧が触れていない部分である。今更いうまでもないが、凡そ研究過程は二つの面から成り立っている。一つは研究の対象であり、もう一つは研究を遂行している研究者の主体である。ここで上記の「物の論理」と「形の論理」は何れも研究の対象に関わることであり、実際の研究の進展には研究者の主体に関する論理を必要とする。この論理として不可欠なのが研究者の価値判断であり、研究過程を構成する不可欠で比重の高いものが価値情報過程である。著者は『研究過程論』(田中一, 1988)の中で研究課題の設定及びその展開によって得られた結果の評価など、実際の研究過程に現れる価値判断について、また「価値情報過程としての科学研究」(田中一, 2002)では仮説検証が論理過程ではなく価値情報過程であることを示した。

(7) 北大原子核理論研究室出身者の編纂発行による「田中一先生の仕事」(2003)刊行編集委員会発行、『田中一先生の仕事』の640頁の最後の段落に多少の経過が載っている。

文献

- J.D.Bernal(1965 『SCIENCE IN HISTORY』 Third Edition 鎮目恭夫訳『歴史における科学』, (1966), みすず書房.
- Jhon D.Barrow (2002) 『THE CONSUANTS OF NATURE』, 松浦俊輔訳, 2005, 青土社.
- Jhon D.Barrow (2002) 『THE CONSUANTS OF NATURE』, 松浦俊輔訳, 2005, 青土社.
- M.Goldhaber (1953) 「A Hypothesis Concerning the Relations among the New Unstable Particles」, Phys.Rev.. Vol.92 No.5.
- 秋間 実, 渋谷一夫訳 (1999) 『[新メガ版] 自然の弁証法, フリードリッヒ・エンゲルス』, 新日本出版社.
- 内山勝利, 国方栄二, 藤沢令夫, 丸橋 裕, 三浦 要, 山口義久訳 (1996), 『ソクラテス以前哲学断片集第1分冊』, 岩波書店.
- 梯 明秀 (1932) 「社会の起源の問題—社会学の方法論的原理として—」, 『思想』1932年11月号, 岩波書店.
- 坂田昌一 (1972) 『物理学と方法論集1』, 岩波書店.
- 佐藤文隆 (1987) 「人間原理—なぜはじまったか」, 『宇宙』, 別冊数理科学1987, サイエンス社.
- 田中 正, 松本賢一 (1971) 「坂田模型の誕生の前後」, 日本物理学会誌第20巻第9号.
- 田中 正 (2001) 「湯川博士の物理学」, 『素粒子論研究』103巻6号, 京都大学湯川記念館.
- 田中 一 (1958) 「素粒子現代史」日本物理学会会誌13, 日本物理学会.
- 田中 一 (1963) 「自然の論理」, 『唯物論研究5』, 日本唯物論研究会, 青木書店.
- 田中 一 (1985) 『未来への仮説—人類再生への提言』培風館.
- 田中 一 (1988) 『研究過程論』, 北海道大学図書刊行会.
- 田中 一 (2000) 「対象認識としての時間」, 『社会情報』, 札幌学院大学社会情報学部紀要, vol. 9, No. 2, 札幌学院大学社会情報学部.
- 田中 一 (2000a) 「コメント multiverse に対して」, 『社会情報』, 札幌学院大学社会情報学部紀要, vol. 10, No. 1, 札幌学院大学社会情報学部.
- 田中 一 (2002) 「価値情報過程としての科学研究」, 『社会情報』, 札幌学院大学社会情報学部紀要, vol. 11, No. 2, 札幌学院大学社会情報学部.
- 田中 一 (2004) 「哲学が研究をされるとき—原子核研究45年のバックグラウンド—」, 『札幌唯物論』, 第49号, 札幌唯物論研究会.
- 牧二郎 (1981) 「素粒子論の発展と哲学—坂田・名古屋模型の展開をめぐって」, 素粒子論研究 Vol.63 別冊. 坂田模型25周年記念シンポジウム記録, 京都大学湯川記念館.
- 湯川秀樹 (1974) 「素粒子の統一理論」, 『岩波講座現代物理学の基礎 II 第v部』, 岩波書店.



ph13田中一, 九後, 荒船, 井沢, 佐藤, 坂東, 大沢, 登谷, 矢崎, 小沼, 早川, 江沢, 国広, 丹生, 林, 中西, 益川